

09/485464

日本国特許庁

02.06.99

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JU

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1998年 6月 4日

REC'D 27 JUL 1999

WIPO PCT

出願番号  
Application Number:

平成10年特許願第156288号

出願人  
Applicant(s):

日本精工株式会社

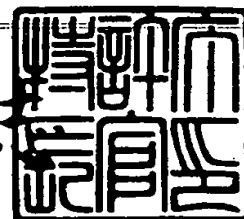
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年 6月24日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

平佐山建



出証番号 出証特平11-3044905

【書類名】 特許願

【整理番号】 298051

【提出日】 平成10年 6月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16C 19/00

【発明の名称】 転がり軸受

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

【氏名】 山村 賢二

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

【氏名】 田中 進

【特許出願人】

【識別番号】 000004204

【氏名又は名称】 日本精工株式会社

【代表者】 関谷 哲夫

【代理人】

【識別番号】 100066980

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 哲也

【選任した代理人】

【識別番号】 100075579

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

【選任した代理人】

【識別番号】 100103850

【弁理士】

【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001638

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006534

【包括委任状番号】 9402192

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 転がり軸受

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内輪、外輪、および転動体の少なくともいずれか一つは、合金成分として、Cを0.80～1.20重量%、Siを0.60重量%以下、Mnを0.25重量%以下、Crを1.00～1.50重量%、Moを0.60～1.50重量%の範囲内で含む鉄鋼材料で形成された後に、焼入れ・焼き戻しが施されて、残留オーステナイト量が0体積%に、表面硬さがHRC62以上になっていることを特徴とする転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、転がり軸受に関し、特に、磁気ディスクドライブ装置（HDD）のスピンドル用等のように、大きさが非常に小さく、回転精度が要求されるな転がり軸受として好適なものに関する。

【0002】

【従来の技術】

転がり軸受の内輪、外輪、および転動体は、使用状態において高い面圧下で繰り返し剪断応力を受ける。このような厳しい使用状態に耐えて必要とされる転がり疲労寿命を得るために、従来は、鉄鋼材料としてS U J 2等の高炭素クロム軸受鋼を用い、成形後に焼入れ・焼き戻し処理を行うことにより、内輪、外輪、および転動体の表面硬さをHRC58～64としている。

【0003】

一方、コンピュータの記憶装置として使用するHDDに対しては、小型化、高速化、および低コスト化の要求が近年益々高まっている。このうち、HDDを小型化するために、磁気ディスクの小型化および高密度化が進められている。また、磁気ディスクを高速で回転させるために、スピンドル用転がり軸受の回転精度の向上が求められている。

【0004】

ここで、転がり軸受の回転精度を向上させるためには、特に内輪および外輪の軌道面において、精度特性に最も有害な残留オーステナイトを極力少なくする必要がある。そのため、従来は、S U J 2で成形した内輪および外輪に焼入れを施した後にサブゼロ処理を施したり、焼き戻し温度を高くしたりしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、焼入れ後のサブゼロ処理によって残留オーステナイト量を減少させることはできるが、その含有率を0体積%にすることは難しい。また、高温焼き戻しにより残留オーステナイト量を0体積%にすることは可能であるが、高温焼き戻しを行うと表面硬さがHRC57程度と低くなるため、十分な転がり疲れ寿命が得られなくなる恐れがある。

【0006】

したがって、鉄鋼材料としてS U J 2を用いて内輪および外輪を作製した場合には、転がり疲れ寿命と回転精度の両方に優れた転がり軸受が得られないという問題がある。

【0007】

残留オーステナイト量が0体積%となるように高温で焼き戻しを行っても、表面硬度を高くできる鉄鋼材料としては、航空機用等として使用されている高速度鋼M50等がある。この高速度鋼M50は、Cr、Mo、およびVを多量に含んだ析出硬化型の合金鋼であって、焼き戻し後の成形体に10 $\mu$ mを超える巨大な炭化物が存在するため音響特性の点で問題がある。また、巨大な炭化物が素材の段階から存在するため加工性が悪く、生産性の点でも問題がある。

【0008】

また、浸炭などの表面硬化処理を行うことにより、残留オーステナイト量を0体積%としても表面硬さを高くすることができる鉄鋼材料についての開発も進められている。しかしながら、HDDスピンドル用転がり軸受の内輪および外輪のように、厚さが1mm程度である小さな成形体に対して表面硬化処理を行う場合には、処理条件や取り代の設定が困難である。また、加工費が高むためコストが高くなる。

## 【0009】

本発明は、このような従来技術の問題点に着目してなされたものであり、HDDスピンドル用として好適な、転がり疲れ寿命と回転精度の両方に優れた転がり軸受を安価に提供することを課題とする。

## 【0010】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を達成するために、本発明の転がり軸受は、内輪、外輪、および転動体の少なくともいずれか一つは、合金成分として、Cを0.80～1.20重量%、Siを0.60重量%以下、Mnを0.25重量%以下、Crを1.00～1.50重量%、Moを0.60～1.50重量%の範囲内で含む鉄鋼材料で形成された後に、焼入れ・焼き戻しが施されて、残留オーステナイト量が0体積%に、表面硬さがHRC（スケールCの場合のロックウェル硬さ）62以上になっていることを特徴とする。

## 【0011】

本発明においては、内輪、外輪、および転動体の少なくともいずれか一つを形成する鉄鋼材料の組成について、前述のように、C、Si、Mn、Cr、およびMoの含有範囲を限定する。各数値限定の臨界的意義について以下に述べる。

〔C：0.80～1.20重量%〕

Cは、焼入れ・焼き戻し処理により素地をマルテンサイト化して鋼に硬さを付与する元素であり、Cの含有量が0.80未満であるとHRC62以上が確保できない場合がある。Cの含有量が1.20重量%を超えると、Cによる硬さの向上効果が飽和するばかりでなく、残留オーステナイト量が生成し易くなる。

〔Si：0.60重量%以下〕

Siは製鋼時の脱酸剤として必要な元素であり、焼戻し軟化抵抗を高めて、熱処理後の機械的強度や転がり疲労寿命を向上させる効果もある。Siの含有率が0.60重量%を超えると、残留オーステナイトの分解を妨げる作用が生じるとともに、被切削性が低下する。Siの含有率が0.10重量%未満であると脱酸効果が十分でなくなる恐れがあるため、Siの含有率は0.10重量%以上であることが好ましい。

〔Mn : 0.25 重量%以下〕

Mn は、Si と同様に、製鋼時の脱酸剤として必要な元素であり、焼入れ性を向上させて、熱処理後の機械的強度や転がり疲労寿命を向上させる効果もある。Mn の含有率が 0.25 重量%を超えると、残留オーステナイトが生成し易くなるとともに、被切削性が低下する。Mn の含有率が 0.15 重量%未満であると脱酸効果が十分でなくなる恐れがあるため、Mn の含有率は 0.15 重量%以上であることが好ましい。

〔Cr : 1.00~1.50 重量%〕

Cr は焼入れ性を向上させて、熱処理後の機械的強度や転がり疲労寿命を向上させる効果がある。また、C と結びついて炭化物を形成し、セメンタイトを球状化する作用がある。Cr の含有量が 1.00 重量%未満であるとこれらの作用が実質的に発揮されない。Cr の含有率が 1.50 重量%を超えると、これらの効果は飽和する。

〔Mo : 0.60~1.50 重量%〕

Mo は焼入れ性を向上させ、焼戻し軟化抵抗を高める元素であり、熱処理後の機械的強度や転がり疲労寿命を向上させる効果がある。焼き戻し温度を高くして残留オーステナイト量を 0 体積%としながら表面硬度を HRC 62 以上とするためには、Mo の含有率を 0.60 重量%以上とする必要があり、0.80 重量%以上とすることが好ましい。Mo の含有率が 1.50 重量%を超えると、前記効果が飽和するばかりでなく、被切削性が低下する。また、Mo は高価であるため、多量に含有させるとコスト高となる。

【0012】

以上のような鉄鋼材料の特定により、残留オーステナイト量が 0 体積%となるように高温で焼き戻しを行っても、表面硬度を HRC 62 以上と高くすることができる。また、この鉄鋼材料を用いると、高速度鋼 M50 のような巨大な炭化物の存在がなく、浸炭などの表面硬化処理を行う必要もないため、加工費を低く抑えることができる。

【0013】

また、表面硬さが HRC 62 未満であると、十分な転がり疲労寿命が得られな

いとともに、HDDスピンドル用の転がり軸受として十分な耐衝撃性が得られない。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を具体的な実験例により説明する。

まず、内径5mm外径13mm幅4mmであって、玉の直径が2mmである玉軸受を、以下のようにして作製した。内輪および外輪については、下記の表1に示す各組成の鉄鋼材料を用いて所定形状の成形体を形成した後、各成形体に860℃で焼入れを行い、続いて240℃で2時間の焼き戻しを施すことにより作製した。熱処理後の表面硬さ（HRC）および残留オーステナイト量（ $\gamma_R$ ）を表1に併せて示す。転動体としては、全て、従来から用いられているS U J 2製ボールを用いた。

【0015】

次に、この玉軸受を、図1に示すHDDスピンドルモータユニットに予圧を加えた状態で組み込んで、玉軸受の耐衝撃性を調べる試験を行った。

図1のHDDスピンドルモータユニットは、磁気ディスクを搭載して回転するハブ1と、このハブ1に上端が固定された軸2と、軸方向に配置された二つの玉軸受3と、これらの玉軸受3を介して軸2を回転可能に支持するハウジング4とを備えている。この二つの玉軸受3として、前述のようにして作製された各玉軸受を用い、同じものを二つ組み合わせてハウジング4と軸2との間に組み込んだ。

【0016】

このモータユニットを所定の落下距離で落下させることにより、玉軸受3に30kgfの衝撃荷重を加えて、落下前後における音響特性の劣化度合を測定した。具体的には、落下前後にこのモータユニットのアキシャル振動（加速度G値）

を測定し、落下後のG値が落下前のG値より5以上高くなった場合には音響特性に劣化が認められた（耐衝撃性が悪い：×）と判断し、それ以外の場合には音響特性に劣化が認められなかった（耐衝撃性が良い：○）と判断した。落下に伴う音響特性の劣化は、落下により玉軸受の軌道面が変形するために生じるものであり



、耐衝撃性が良いということは、軌道面の変形抵抗が十分に高く、回転精度の低下が生じ難いことを示す。これらの結果も表 1 に併せて示す。

【0017】

【表 1】

	鋼の組成 (wt%)					硬さ (HRC)	$\gamma_R$ (vol%)	耐衝撃性
	C	Si	Mn	Cr	Mo			
A	1.01	0.11	0.20	1.31	1.00	62.5	0	○
B	0.95	0.30	0.19	1.25	1.01	63.2	0	○
C	0.80	0.35	0.21	1.30	0.97	62.2	0	○
D	1.20	0.11	0.18	1.20	0.98	63.5	0	○
E	1.05	0.15	0.21	1.32	1.01	62.3	0	○
F	1.02	0.11	0.25	1.31	0.95	62.3	0	○
G	1.05	0.12	0.22	1.00	1.02	62.1	0	○
H	1.01	0.11	0.21	1.40	0.95	62.5	0	○
I	1.02	0.12	0.19	1.50	1.01	62.4	0	○
J	1.15	0.10	0.22	1.32	0.60	62.1	0	○
K	1.10	0.11	0.21	1.31	0.80	62.4	0	○
L	1.05	0.12	0.23	1.29	1.50	62.8	0	○
M	1.02	0.11	0.25	1.30	1.05	62.7	0	○
N	0.95	0.12	0.21	1.35	0.95	62.2	0	○
O	0.98	0.50	0.20	1.33	0.98	63.5	0	○
P	1.01	0.60	0.21	1.31	1.02	63.3	0	○
R	0.71	0.12	0.22	1.31	1.01	60.7	0	×
S	1.02	0.82	0.21	1.30	1.05	62.7	3.2	×
T	1.03	0.21	0.23	0.82	1.01	60.5	0	×
U	1.01	0.18	0.22	1.28	0.51	60.2	0	×
V	1.02	0.22	0.24	1.51	—	57.0	0	×

【0018】

この結果から分かるように、内輪および外輪を形成する鉄鋼材料の組成が

C : 0.80 ~ 1.20 重量%

Si : 0.60 重量%以下

Mn : 0.25 重量%以下

Cr : 1.00 ~ 1.50 重量%

Mo : 0.60 ~ 1.50 重量%

を全て満たす記号 A ~ P の玉軸受は、内輪および外輪の熱処理後の残留オーステナイト量が 0 体積%以下で、表面硬さは HRC 62 以上であるため、耐衝撃性に優れていた。

#### 【0019】

これに対して記号 R の玉軸受は、内輪および外輪を形成する鉄鋼材料の C の含有率が本発明の範囲より低いため、内輪および外輪の熱処理後の残留オーステナイト量は 0 体積%であるが、表面硬さは HRC 60.7 と小さくなった。その結果、耐衝撃性が悪かった。

#### 【0020】

記号 S の玉軸受は、内輪および外輪を形成する鉄鋼材料の Si の含有率が本発明の範囲より高いため、内輪および外輪の熱処理後の表面硬さは HRC 62.7 であったが、240℃の高温焼き戻しによっても残留オーステナイトが完全には分解されなかった。その結果、耐衝撃性が悪かった。

#### 【0021】

記号 T の玉軸受は、内輪および外輪を形成する鉄鋼材料の Cr の含有率が本発明の範囲より低いため、内輪および外輪の熱処理後の残留オーステナイト量は 0 体積%であるが、表面硬さは HRC 60.5 と小さくなった。その結果、耐衝撃性が悪かった。

#### 【0022】

記号 U の玉軸受は、内輪および外輪を形成する鉄鋼材料の Mo の含有率が本発明の範囲より低いため、内輪および外輪の熱処理後の残留オーステナイト量は 0 体積%であるが、表面硬さは HRC 60.2 と小さくなった。その結果、耐衝撃性が悪かった。

#### 【0023】

記号 V の玉軸受は、内輪および外輪を形成する鉄鋼材料として S U J 2 鋼に相当する組成を使用している。この鋼は、M o の含有率が本発明の範囲より低く、C r の含有率が本発明の範囲より高いため、内輪および外輪の熱処理後の残留オーステナイト量は 0 体積%であるが、表面硬さは H R C 5 7. 0 と小さくなった。その結果、記号 V の玉軸受は耐衝撃性が悪かった。

【0024】

このように、本発明の実施例に相当する記号 A ~ P では、内輪および外輪を形成する鉄鋼材料の組成が前記範囲内であるため、高温焼き戻しで残留オーステナイト量を 0 体積%にしながら、浸炭等の表面硬化処理を行わなくても表面硬さを H R C 6 2 以上にすることができる。その結果、回転精度と転がり疲れ寿命の両方に優れた転がり軸受が安価に得られる。

【0025】

なお、前記実施形態では、内輪および外輪についてのみ、残留オーステナイト量 0 体積%且つ表面硬さ H R C 6 2 以上としているが、本発明の転がり軸受はこれに限定されず、内輪、外輪、および転動体の少なくともいずれかが、前記範囲の組成の鉄鋼材料で形成されていて、焼入れ・焼き戻しにより残留オーステナイト量 0 体積%且つ表面硬さ H R C 6 2 以上となっていればよい。

【0026】

【発明の効果】

以上の説明したように、本発明によれば、転がり疲れ寿命と回転精度の両方に優れた転がり軸受を安価に提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態で作製した転がり軸受を組み込んで耐衝撃試験を行った H D D スピンドルモータユニットを示す断面図である。

【符号の説明】

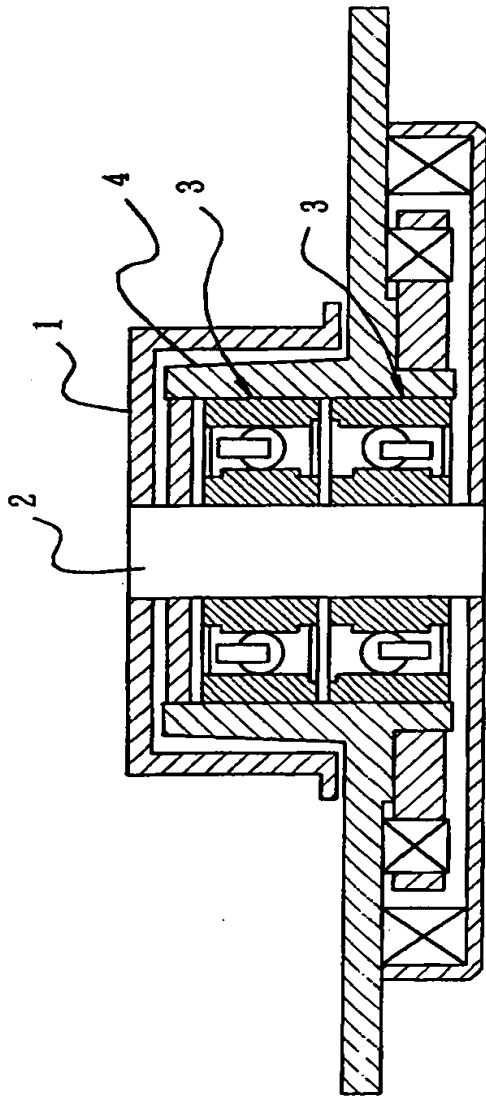
- 1 ハブ
- 2 軸
- 3 玉軸受（転がり軸受）

特平 10-156288

4 ハウジング

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 HDDスピンドル用として好適な、転がり疲れ寿命と回転精度の両方に優れた転がり軸受を安価に提供する。

【解決手段】 内輪および外輪を形成する鉄鋼材料として、0.80～1.20重量%、Siを0.60重量%以下、Mnを0.25重量%以下、Crを1.00～1.50重量%、Moを0.60～1.50重量%の範囲内で含む組成のものを用いる。この鉄鋼材料で形成された内輪および外輪に、焼入れ・焼き戻しを施して、残留オーステナイト量を0体積%に、表面硬さをHRC62以上にする。このようにして作製された玉軸受3は、例えば、HDDスピンドルモータユニットの軸2とハウジング4との間に組み込んで使用される。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000004204

【住所又は居所】 東京都品川区大崎1丁目6番3号

【氏名又は名称】 日本精工株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100066980

【住所又は居所】 東京都千代田区神田鍛冶町三丁目7番地 村木ビル  
8階

【氏名又は名称】 森 哲也

【選任した代理人】

【識別番号】 100075579

【住所又は居所】 東京都千代田区神田鍛冶町三丁目7番地 村木ビル  
8階

【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

【選任した代理人】

【識別番号】 100103850

【住所又は居所】 東京都千代田区神田鍛冶町三丁目7番地 村木ビル  
8階

【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004204]

1. 変更年月日 1990年 8月29日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都品川区大崎1丁目6番3号  
氏 名 日本精工株式会社

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**